



**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERBASIS STEM
(*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND
MATHEMATICS*) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
BERPIKIR KRITIS SISWA SMA KELAS X**

Skripsi

diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan Fisika

oleh

Firda Maulidia

4201415044

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2019

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi dengan judul “Pengembangan Bahan Ajar Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X” telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Hari : Selasa
Tanggal : 13 Agustus 2019

Semarang, 15 Agustus 2019

Dosen Pembimbing



Dr. Bambang Subali, M.Pd.

197512272005011001

PERNYATAAN

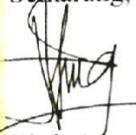
Dengan ini, saya

nama : Firda Maulidia
NIM : 4201415044
program studi : Pendidikan Fisika

menyatakan bahwa skripsi berjudul *Pengembangan Bahan Ajar Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X* ini benar-benar karya saya sendiri bukan jiplakan dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang atau pihak lain yang terdapat dalam skripsi ini telah dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini, saya secara pribadi siap menanggung resiko/sanksi hukum yang dijatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang, 15 Agustus 2019




Firda Maulidia

NIM. 4201415044

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Pengembangan Bahan Ajar Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X* karya Firda Maulidia 4201415044 ini telah dipertahankan dalam Ujian Skripsi Universitas Negeri Semarang pada tanggal 13 Agustus 2019 dan disahkan oleh Panitia Ujian.

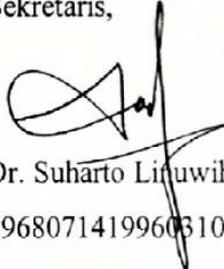
Semarang, 15 Agustus 2019

Panitia



Ketua
Dr. Sugianto, M.Si.
196102191993031001

Sekretaris,



Dr. Suharto Lituwih, M.Si.
196807141996031005

Penguji I,



Drs. Mosik, M.S.
195807241983031001

Penguji II,



Fianti, S.Si., M.Sc., Ph.D.
197901212005012002

Pembimbing,



Dr. Bambang Subali, M.Pd.
197512272005011001

MOTTO

Optimislah saat segala urusan terasa sulit bagimu. Karena Allah berjanji dua kali, “Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan, sungguh bersama kesulitan itu ada kemudahan (Q.S. Al-Insyiroh: 4-5)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan untuk

- Bapak Yumiadi, Ibu Rokhati, Adik-adikku Isna Shofarina dan Arbi Najmi Nugraha juga Salisah yang semoga dilapangkan kuburnya dan menjadi prajurit surga
- Almaghfuroillah Abah Kyai Masrokhan dan Umi Mukhayaroh serta Pak Kyai Agus Ramadan dan Ustadzah Dzirwatul Mudzakiah yang selalu kuharap barokah dan khikmahnya
- Keluarga santri Pondok Durrotu Ahlisunnah Waljamaah terutama angkatan Muroja’ah dan Santri Aswaja Pernalang
- Sahabat-sahabatku SD, SMP, SMA dan sahabat until jannah
- Teman-teman Rombel 2 Pendidikan Fisika 2015
- Teman-teman Universitas Negeri Semarang

PRAKATA

Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengembangan Bahan Ajar Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X”.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang;
2. Dr. Sugianto, M.Si., Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang;
3. Dr. Suharto Linuwih, M.Si., Ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang;
4. Dr. Bambang Subali, M.Pd., dosen pembimbing yang telah membimbing, memberikan arahan, saran, motivasi, dan nasehat dalam penyusunan skripsi;
5. Dr. Suharto Linuwih, M.Si., dosen wali dan seluruh dosen Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan bekal ilmu dan pelajaran yang penuh manfaat kepada penulis selama menempuh studi;
6. Dra. Ariyati Adi Kusumawati, Kepala SMA Negeri 1 Tuntang yang telah memberikan ijin penelitian;
7. Candra Tri Handoko, M.Pd., guru Fisika SMA Negeri 1 Tuntang yang telah berkenan untuk membimbing dari awal observasi hingga penelitian selesai;
8. Keluarga SMA Negeri 1 Tuntang yang telah membantu kelancaran penelitian;
9. Siswa kelas X dan XI SMA Negeri 1 Tuntang Tahun Ajaran 2018/2019 yang telah memberikan sumber inspirasi serta partisipasinya dalam penelitian;
10. Bapak, Ibu, dan Adik tercinta dan tersayang yang senantiasa memberikan dukungan dan doa;
11. Muhammad Siroj yang telah memberikan semangat;
12. Amal, Alfi, Mpit, Nia, Hum, dan Rizqia yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk menyelesaikan penyusunan skripsi ini;

13. Teman-teman seperjuangan Muroja'ah 2015 Pondok Pesantren Durrotu Ahlisunnah Waljama'ah yang telah memberikan semangat;
14. Teman-teman dan keluarga Pondok Pesantren Durrotu Ahlisunnah Waljamaah yang telah memberikan semangat;
15. Anik, Dyah, Indri, Inggit, Latifah, Nurul, Ulfah, dan Widya yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk menyelesaikan penyusunan skripsi ini;
16. Teman-teman seperjuangan Pendidikan Fisika 2015, khususnya teman-teman rombel 02;
17. Keluarga Kuliah Kerja Nyata (KKN) Desa Munding Dusun Cemanggal, dan keluarga PPL SMA Negeri 1 Tuntang;
18. Seluruh pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan untuk kesempurnaan penulisan selanjutnya. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis, lembaga, masyarakat dan pembaca pada umumnya.

Semarang, 13 Agustus 2019

Penulis

ABSTRAK

Maulidia, Firda. 2019. “*Pengembangan Bahan Ajar Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X*”. Skripsi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Dr. Bambang Subali, M.Pd.

Kata Kunci: bahan ajar, STEM, berpikir kritis

Pada tahun 2018, rerata capaian ujian nasional matematika dan fisika berturut-turut adalah 36,46 dan 43,67. Capaian tersebut menunjukkan bahwa generasi Indonesia mengalami krisis pendidikan sains. Perkembangan pendidikan abad 21 membutuhkan sumber daya manusia yang memiliki kemampuan berpikir tinggi salah satunya adalah kemampuan berpikir kritis. Kemampuan berpikir kritis dapat dikembangkan melalui pendidikan sains dilengkapi dengan pendekatan STEM. Pembelajaran dengan pendekatan STEM diterapkan melalui media pembelajaran yang berupa bahan ajar. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik bahan ajar yang sesuai untuk siswa SMA kelas X serta meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)*. Ada empat tahap prosedur penelitian yang dilakukan yang dilakukan yaitu studi pendahuluan, perencanaan, pengembangan, dan uji coba bahan ajar. Desain uji coba produk yang digunakan adalah *one Group Pretest-Posttest Design*. Subjek uji coba kelompok kecil adalah kelas XI MIA 3 SMA Negeri 1 Randudongkal dan uji coba kelompok besar adalah kelas X MIA 1 SMA Negeri 1 Tuntang. Karakteristik bahan ajar yang telah dikembangkan adalah pada penyajian masalah, pertanyaan-pertanyaan, materi, informasi tambahan, kegiatan diskusi dan praktikum yang diintegrasikan dengan aspek sains, teknologi, *engineering*, dan matematika. Hasil analisis uji kelayakan bahan ajar ditinjau dari aspek kelayakan isi, penyajian, dan bahasa dapat dikategorikan layak untuk digunakan dengan presentase 84,98%. Berdasarkan hasil analisis uji keterbacaan, bahan ajar berbasis STEM dapat dikategorikan mudah dipahami oleh siswa. Bahan ajar berbasis STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa ditunjukkan dengan meningkatnya hasil uji *gain* sebesar 0,5 dengan kriteria sedang.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PERNYATAAN	iii
PENGESAHAN.....	iv
MOTTO.....	v
PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.4.1 Bagi siswa	5
1.4.2 Bagi Guru.....	5
1.4.3 Bagi Mahasiswa	5
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Penegasan Istilah.....	6
1.6.1 Bahan Ajar Berbasis STEM (<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i>).....	6

1.6.2 Kemampuan Berpikir Kritis	6
1.7 Sistematika Penulisan Skripsi	6
1.7.1 Bagian Awal	6
1.7.2 Bagian Isi Skripsi	6
1.7.3 Bagian Akhir Skripsi	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Bahan Ajar	8
2.1.1 Pengertian Bahan Ajar	8
2.1.2 Tujuan dan Manfaat Bahan Ajar	9
2.1.3 Jenis Bahan Ajar	9
2.1.4 <i>Handout</i>	12
2.2 Pendidikan STEM	13
2.2.1 Pengertian STEM	13
2.2.2 Tujuan Pendidikan STEM	14
2.2.3 Pembelajaran Sains Berbasis STEM	15
2.3 Berpikir Kritis	17
2.4 Materi Impuls dan Momentum	19
2.4.1 Pengertian Momentum	19
2.4.2 Pengertian Impuls	19
2.4.3 Hubungan Impuls dan Momentum	20
2.4.4 Hukum Kekekalan Momentum	20
2.4.5 Tumbukan	21
2.5 Kerangka Berpikir	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Jenis Penelitian	24

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
3.3 Subjek Penelitian.....	24
3.3.1 Populasi.....	24
3.3.2 Sampel	24
3.4 Tahapan Penelitian	25
3.4.1 Studi Pendahuluan	26
3.4.2 Tahap Perencanaan	27
3.4.3 Tahap Pengembangan Bahan Ajar	27
3.4.4 Tahap Uji Coba Bahan Ajar	27
3.5 Desain Penilaian Produk.....	28
3.5.1 Tahap I	28
3.5.2 Tahap II.....	28
3.5.3 Tahap III.....	28
3.6 Instrumen Penilaian.....	29
3.6.1 Tes Rumpang.....	29
3.6.2 Tes Tertulis berupa Tes Uraian	29
3.6.3 Angket Penilaian Kelayakan Bahan Ajar	30
3.7 Analisis Instrumen	30
3.7.1 Validasi Instrumen Tes Rumpang	30
3.7.2 Analisi Instrumen Tes Uraian	30
3.8 Teknik Pengolahan dan Analisis Data	32
3.8.1 Analisis Kelayakan Bahan Ajar	32
3.8.2 Analisis Keterbacaan Bahan Ajar.....	32
3.8.3 Analisis Kemampuan Berpikir Kritis	33

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil Penelitian	34
4.1.1 Kelayakan Bahan Ajar	34
4.1.2 Karakteristik Bahan Ajar Berbasis STEM	37
4.1.3 Kemampuan Berpikir Kritis	67
4.2 Pembahasan	71
4.2.1 Kelayakan Bahan Ajar	71
4.2.2 Karakteristik Bahan Ajar	74
4.2.3 Kemampuan Berpikir Kritis	78
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	82
5.1 Simpulan.....	82
5.2 Saran.....	83
REFERENSI.....	84
LAMPIRAN	89

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Rincian Siswa Kelas X MIA SMA Negeri 1 Tuntang	24
Tabel 3. 2 Klasifikasi Tingkat Kesukaran Soal	31
Tabel 3. 3 Klasifikasi Daya Pembeda	32
Tabel 3. 4 Kriteria Tingkat Kelayakan Bahan Ajar	32
Tabel 3. 5 Kriteria Tingkat Keterbacaan Bahan Ajar	33
Tabel 3. 6 Kriteria Besarnya Faktor <i>Gain g</i>	33
Tabel 4. 1 Hasil Uji Kelayakan Bahan Ajar.....	34
Tabel 4. 2 Kelayakan Isi.....	35
Tabel 4. 3 Kelayakan Penyajian	35
Tabel 4. 4 Kelayakan Bahasa	36
Tabel 4. 5 Uji Keterbacaan Bahan Ajar	37
Tabel 4. 6 Saran dan Perbaikan Revisi Produk 1	49
Tabel 4. 7 Saran dan Peraikan Bahan Ajar Revisi II	52
Tabel 4. 8 Hasil Analisis Uji <i>Gain</i>	67
Tabel 4. 9 Hasil Uji <i>Gain</i> pada Indikator Menghipotesis	69
Tabel 4. 10 Hasil Uji Gain pada Indikator Menginterpretasi Data.....	70
Tabel 4. 11 Hasil Uji Gain pada Indikator Menginterpretasi Data.....	70
Tabel 4. 12 Hasil Uji Gain pada Indikator Menganalisis	70
Tabel 4. 13 Hasil Uji Gain pada Indikator Menganalisis.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pendidikan Sains Berbasis STEM	16
Gambar 2. 2 Kurva Hubungan F dengan t	20
Gambar 2. 3 Kerangka Berpikir	23
Gambar 3. 1 Skema Tahapan Penelitian	26
Gambar 3. 2 One Group Pretest-Posttest Design	27
Gambar 3. 3 Skema Desain Penilaian Produk.....	29
Gambar 4. 1 Rancangan <i>Cover</i> Bahan Ajar	39
Gambar 4. 2 Bagian Pendahuluan Bahan Ajar Daftar Isi	39
Gambar 4. 3 Bagian Pendahuluan Bahan Ajar Prakata	40
Gambar 4. 4 Bagian Pendahuluan Petunjuk belajar	40
Gambar 4. 5 Bagian Pendahuluan Kompetensi Dasar dan Tujuan Pembelajaran ..	41
Gambar 4. 6 Bagian Pendahuluan Peta Konsep	41
Gambar 4. 7 Bagian "Mari Mengamati"	42
Gambar 4. 8 Bagian "Pojok Diskusi"	43
Gambar 4. 9 Bagian Informasi "Sang Tokoh".....	43
Gambar 4. 10 Bagian Informasi "Aplikasi Fisika"	44
Gambar 4. 11 Bagian "Yuk Mencoba"	44
Gambar 4. 12 Bagian Penutup Bahan Ajar Rangkuman.....	45
Gambar 4. 13 Bagian Penutup Bahan Ajar Evaluasi	45
Gambar 4. 14 Bagian Penutup Bahan Ajar Referensi.....	46
Gambar 4. 15 Aspek Sains dengan Simbol "S"	47
Gambar 4. 16 Aspek Teknologi dengan Simbol "T"	47
Gambar 4. 17 Aspek <i>Engineering</i> dengan Simbol "E"	48
Gambar 4. 18 Aspek Matematika dengan Simbol "M"	49
Gambar 4. 19 Cover bahan ajar, (a) sebelum direvisi, (b) sesudah revisi	50
Gambar 4. 20 Halaman 1 (a) sebelum direvisi, (b) setelah direvisi	51
Gambar 4. 21 Pengubahan Kelajuan Mobil (a) sebelum direvisi, (b) setelah revisi	51

Gambar 4. 22 Perubahan Simbol STEM (a) sebelum direvisi, (b) setelah direvisi	52
Gambar 4. 23 Penambahan Dimensi (a) Sebelum Revisi (b) Setelah Revisi.....	53
Gambar 4. 24 Penambahan Evaluasi setelah Subbab Materi.....	54
Gambar 4. 25 Penambahan Soal Pilihan Ganda pada Evaluasi	54
Gambar 4. 26 Perubahan Cover (a) sebelum revisi, (b) setelah revisi.....	55
Gambar 4. 27 Halaman Judul (Cover) Bahan Ajar (a) ttampak depan dan (b) tampak belakang	56
Gambar 4. 28 Bagian Pendahuluan Bahan Ajar Prakata	57
Gambar 4. 29 Bagian Pendahuluan Bahan Ajar Daftar Isi	57
Gambar 4. 30 Bagian Pendahuluan Bahan Ajar Petunjuk Belajar	58
Gambar 4. 31 Bagian Pendahuluan Bahan Ajar (a) Kompetensi Dasar dan Tujuan Pembelajaran, serta (b) Peta Konsep	58
Gambar 4. 32 Bagian Mari Mengamati (a) Subbab Momentum, dan (b) Subbab Tumbukan	59
Gambar 4. 33 Bagian Pojok Diskusi pada Subbab (a) Momentum, dan (b) Tumbukan	60
Gambar 4. 34 Bagian Informasi berupa Sang Tokoh	61
Gambar 4. 35 Bagian Informasi berupa Aplikasi Teknologi	61
Gambar 4. 36 Bagian Informasi berupa Aplikasi Bidang Engineering	62
Gambar 4. 37 Bagian Yuk Mencoba, (a) Momentum dan (b) Menguji Jenis Tumbukan	62
Gambar 4. 38 Bagian Penutup meliputi (a) Rangkuman, (b) Evaluasi, (c) Referensi, dan (d) Tentang Penulis.....	63
Gambar 4. 39 Diagram komponen STEM dalam Bahan Ajar	64
Gambar 4. 40 Aspek Sains pada Subbab Materi Tumbukan Lenting Sebagian....	64
Gambar 4. 41 Aspek Teknologi yaitu Roket.....	65
Gambar 4. 42 Aspek Engineering yaitu Mesin Turbin	66
Gambar 4. 43 Aspek Matematika pada Penurunan Persamaan Hukum Kekekalan Momentum dengan Hukum III Newton.....	67
Gambar 4. 44 Rata-rata nilai pretest dan posttest indikator berpikir kritis	68

Gambar 4. 45 Nilai Rata-rata Gain untuk Setiap Indikator.....	69
Gambar 4. 46 Ilustrasi Penyajian Aspek Sains.....	75
Gambar 4. 47 Ilustrasi Penyajian Aspek Teknologi	76
Gambar 4. 48 Ilustrasi Penyajian Aspek Engineering	77
Gambar 4. 49 Ilustrasi Penyajian Aspek Matematika dalam Bahan Ajar.....	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Penilaian Kelayakan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM ...	90
Lampiran 2. Rubrik Instrumen Uji Kelayakan Bahan Ajar Fisika	94
Lampiran 3. Analisis Data Uji Kelayakan Bahan Ajar	100
Lampiran 4. Tabulasi Data Uji Kelayakan.....	101
Lampiran 5. Soal Uji Keterbacaan.....	103
Lampiran 6. Kunci Jawaban Soal Uji Keterbacaan	112
Lampiran 7. Analisis Uji Keterbacaan.....	113
Lampiran 8. Tabulasi Analisis Keterbacaan Bahan Ajar	114
Lampiran 9. Kisi-kisi Soal Pretest-Posttest.....	117
Lampiran 10. Rubrik Penilaian Soal Pretest-Posttest	125
Lampiran 11. Soal Uji Coba.....	134
Lampiran 12. Objek Uji Coba Soal	138
Lampiran 13. Tabulasi dan Analisis Hasil Uji Coba Soal	139
Lampiran 14. Silabus Mata Pelajaran Fisika	142
Lampiran 15. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	146
Lampiran 16. Soal Pretest-Posttest	169
Lampiran 17. Subjek Uji Coba Kelompok Besar	173
Lampiran 18. Analisis Hasil Pretest-Posttest	174
Lampiran 19. Analisis Kemampuan Berpikir Kritis	175
Lampiran 20. Surat Penetapan Dosen Pembimbing	182
Lampiran 21. Surat Izin Penelitian	183
Lampiran 22. Surat Izin Penelitian Dikbud Provinsi Jawa Tengah.....	184
Lampiran 23. Surat Keterangan dari Sekolah	185
Lampiran 24. Dokumentasi	186

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengertian pendidikan menurut UU RI No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar siswa secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa, dan negara.

Pendidikan adalah sebuah sistem yang tidak mungkin dipisahkan dari kehidupan manusia. Tujuan pendidikan yang termaktub dalam Undang-undang No. 20 tahun 2003 pasal 3 adalah mengembangkan kemampuan potensi siswa agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggungjawab. Untuk mencapai tujuan yang diinginkan harus ada timbal balik yang baik dalam berbagai aspek pendidikan yaitu objek pendidikan, pendidik, proses, dan output nya.

Pendidikan sains adalah salah satu kajian pendidikan yang sangat penting. Menurut Professor Bruce Alberts, guru besar Bidang Biosel dari Universitas California Sansfransisco yang tercantum dalam Bulletin BSNP tahun 2016 untuk memiliki rasa kreativitas, rasionalitas, pola pikir ilmiah, dan kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti kemampuan berpikir kritis generasi masa depan harus menguasai sains dan teknologi.

Pendidikan sains terintegrasi dengan beberapa bidang ilmu yaitu fisika, biologi, dan kimia yang ketiganya ditunjang dengan kemampuan matematis. Menurut Anies Baswedan, Gubernur DKI Jakarta Sains tidak hanya sebagai hulu inovasi tetapi juga sebagai kebutuhan dalam kehidupan. Disini dapat diketahui bahwa pendidikan sains sangat penting untuk dipelajari.

Secara umum siswa Indonesia lemah disemua aspek konten maupun kognitif. Pada Sekolah Menengah Atas kemampuan siswa dari tahun ke tahun

semakin melemah, hal tersebut dapat dilihat dari hasil ujian nasional terutama pada mata pelajaran matematika dan sains terutama fisika. Pada tahun 2018, rerata capaian hasil ujian nasional matematika dan fisika berturut-turut adalah 36,46 dan 43,67. Capaian tersebut menunjukkan bahwa generasi Indonesia mengalami krisis pendidikan sains.

Salah satu ciri kurikulum 2013 adalah pendekatan saintifik. Pendidikan sains menekankan pada pemberian pengalaman untuk mengembangkan kompetensi agar siswa mampu menjelajahi dan memahami alam sekitar secara ilmiah. Sains adalah cara berpikir, selain itu dengan sains diharapkan dapat membangun kebiasaan belajar yang berkelanjutan pada siswa. Kebiasaan belajar yang paling penting ditanamkan sejak dini adalah kebiasaan berpikir kritis. Kusuma *et al.* (2018) mendefinisikan berpikir kritis sebagai keterampilan berpikir manusia yang didukung dengan argumen yang dapat dipercaya.

Kemampuan berpikir kritis penting dimiliki oleh siswa khususnya dalam mempelajari ilmu sains, lebih khusus lagi ilmu fisika. Siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis baik dapat mempelajari ilmu sains, khususnya ilmu fisika dengan lebih baik. Ketika siswa berpikir kritis mereka di dorong untuk berpikir sendiri, mempertanyakan hipotesis, menganalisis dan mensintesis peristiwa, untuk melangkah lebih jauh dengan mengembangkan hipotesis baru dan menguji hipotesisnya terhadap fakta. (Karakoç, 2016)

Dewey (Kanik, 2010) menyamakan berpikir kritis sebagai berpikir reflektif, menurutnya seseorang dikatakan berpikir kritis jika ia memikirkan suatu hal, mencoba memahami, bertanya pada diri sendiri, dan mencari informasi yang relevan, dan hal-hal lainnya untuk dapat menyelesaikan atau membuat kesimpulan dari hal yang ada.

Pada abad 21, beberapa negara maju seperti Amerika dan Australia, berupaya meningkatkan kemampuan melalui pengembangan pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Kata STEM diluncurkan oleh National Science Foundation AS pada tahun 1990-an sebagai tema gerakan reformasi pendidikan dalam keempat bidang disiplin tersebut untuk menumbuhkan angkatan kerja bidang-bidang STEM dan meningkatkan daya saing global dalam

inovasi iptek (Hanover Research, 2011). Kemampuan abad 21 yang berusaha ditingkatkan melalui pengembangan pendidikan STEM meliputi kemampuan menyesuaikan diri, berpikir kritis, memecahkan masalah, manajemen diri dan berkomunikasi. Melihat penelitian Kennedy & Odell (2014), integrasi sains, teknologi, engineering, dan matematika dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis.

Kurikulum 2013 yang sedang dilaksanakan tidak akan dapat mengatasi permasalahan kualitas dan kuantitas sumberdaya manusia Indonesia yang berdaya saing global, jika tidak sistematis dalam menyiapkan mereka mengembangkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang dipersyaratkan dunia kerja Abad ke-21, sebagaimana tujuan pendidikan STEM. Untuk mengatasi hal tersebut Pendidikan dan pendekatan STEM bisa menjadi kunci untuk menciptakan generasi penerus bangsa yang mampu bersaing di kancah global. Oleh sebab itu, Pendidikan STEM perlu menjadi kerangka rujukan bagi proses pendidikan di Indonesia ke depan. (Firman, 2015). Pengembangan pendidikan STEM bukan perkara mudah. Paling sedikit diperlukan satu dekade untuk mengembangkannya di suatu negara (Bybee, 2010)

Salah satu upaya pemerintah untuk meningkatkan kualitas pendidikan adalah dengan melalui pengembangan bahan ajar. Bahan ajar yang digunakan dalam proses pembelajaran apabila dikembangkan serta dimanfaatkan secara benar adalah salah satu faktor penting yang dapat meningkatkan mutu pembelajaran. Hasil penelitian Yuliati (2013), menyatakan bahan ajar yang berintegrasi dengan suatu model pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti kemampuan berpikir kritis. Selain itu, bahan ajar juga efektif untuk meningkatkan hasil belajar. Sesuai penelitian Ginting (2012), bahan ajar dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

Menurut Widayoko (2018) diperlukan bahan ajar yang bisa membantu siswa dalam memahami materi dengan beragam teknologi dan aplikasi, serta memunculkan rasa ingin tahu siswa dalam merekayasa teknologi dengan konsep yang sedang dipelajari. Sehingga, siswa bisa menguasai kompetensi literasi saintifik secara kompleks. Artinya bahan ajar tidak hanya berorientasi pada materi

saja, namun juga harus berorientasi pada permasalahan lingkungan serta aplikasi teknologi yang sesuai dan selaras dengan pengetahuan terkait.

Bahan ajar yang berorientasi pada permasalahan lingkungan serta aplikasi teknologi menggunakan pendekatan STEM sebagai pendekatan interdisiplin pada pembelajaran, yang didalamnya siswa menggunakan sains, teknologi, engineering, dan matematika. STEM menyediakan pengalaman melalui kegiatan atau proyek, yang fokus pada pemecahan masalah dalam kehidupan nyata pembelajaran, dalam rangka mengembangkan pengalaman, keterampilan hidup dan kreativitas untuk inovasi (Painpraset & Jeerungsuwan, 2015).

Penggunaan STEM pada kegiatan pembelajaran yang diterapkan dalam bentuk model, bahan ajar maupun LKS dapat memberikan dampak yang baik. Pengaruh tersebut diantaranya, mampu meningkatkan keterampilan bernalar siswa (Fitriani *et al.*, 2017). Selain itu dapat meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis siswa (Pangesti *et al.*, 2017)

Hasil observasi di SMA Negeri 1 Tuntang diperoleh informasi bahwa sumber belajar siswa dalam mempelajari fisika adalah buku paket dan LKS yang umum beredar di pasaran. Belum ada bahan ajar yang secara khusus dibuat oleh guru untuk menunjang peningkatan pengetahuan dan pemahaman siswa khususnya terhadap aplikasi fisika di bidang teknologi.

Setelah melihat permasalahan tersebut, penelitian dengan judul “Pengembangan Bahan Ajar Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X” penting untuk dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan Permasalahan di atas, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan:

1. Bagaimana tingkat kelayakan hasil bahan ajar berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada siswa kelas X SMA ?
2. Bagaimana karakteristik bahan ajar berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk siswa kelas X SMA ?

3. Bagaimana pengaruh penerapan bahan ajar berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui tingkat kelayakan bahan ajar berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk siswa kelas X SMA;
2. Mengetahui karakteristik bahan ajar berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk siswa kelas X SMA;
3. Mengetahui pengaruh bahan ajar berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi siswa

Tersedianya bahan ajar sebagai buku pendamping yang memuat aplikasi di bidang teknologi.

1.4.2 Bagi Guru

Sebagai alternatif sarana untuk menyampaikan materi fisika yang lebih mudah dan praktis.

1.4.3 Bagi Mahasiswa

Menjadi kontribusi mahasiswa dalam mengaplikasikan ilmu yang diperoleh sesuai bidang studinya.

1.5 Batasan Masalah

1. Bahan ajar berbasis STEM yang dikembangkan hanya diujicobakan terbatas hanya pada satu kelas di SMA Negeri 1 Tuntang;
2. Materi dalam bahan ajar berbasis STEM adalah materi impuls dan momentum;

3. Indikator berpikir kritis yang dikembangkan adalah menghipotesis, menginterpretasi data, menyimpulkan, menganalisis, dan mengevaluasi;

1.6 Penegasan Istilah

1.6.1 Bahan Ajar Berbasis STEM

Bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar, baik berupa bahan tertulis maupun bahan tidak tertulis (Depdiknas, 2008). Bahan ajar berbasis STEM yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan jenis *handout* yang memuat satu KD dari mata pelajaran fisika pada materi momentum dan impuls. Selain itu, disamping memuat konsep sains yang berkaitan dengan fisika bahan ajar juga terintegrasi dengan tiga bidang ilmu lainnya (*technology, engineering, and mathematics*).

1.6.2 Kemampuan Berpikir Kritis

Berpikir kritis adalah keterampilan kognitif dan disposisi intelektual untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengevaluasi kebenaran dari suatu argumen, menemukan dan mengatasi berbagai prasangka, merumuskan dan menyampaikan alasan yang mendukung kesimpulan, serta untuk membuat keputusan yang cerdas dan dapat dipercaya. (Bassham, *et al.*, 2011:1). Kemampuan berpikir kritis siswa yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kemampuan siswa yang sesuai dengan lima indikator berpikir kritis, yaitu: menghipotesis, menginterpretasi data, menyimpulkan, menganalisis, dan mengevaluasi.

1.7 Sistematika Penulisan Skripsi

Skripsi ini terdiri dari tiga bagian antara lain:

1.7.1 Bagian Awal

Bagian awal skripsi ini terdiri dari halaman judul, abstraksi, pengesahan, motto, persembahan, kata pengantar, daftar lampiran.

1.7.2 Bagian Isi Skripsi

Bagian isi skripsi ini terdiri dari lima bab, yaitu:

Bab I : Pendahuluan meliputi gambaran secara global tentang skripsi ini

yaitu latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, penegasan istilah, dan sistematika skripsi.

Bab II : Tinjauan teori, berisi tentang landasan teori yang digunakan dalam penulisan skripsi ini.

Bab III: Metode penelitian, berisi metode apa yang digunakan dalam penelitian ini.

Bab IV: Hasil dan pembahasan penelitian.

Bab V : Penutup, berisi simpulan dan saran.

1.7.3 Bagian Akhir Skripsi

Bagian akhir skripsi ini terdiri dari daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bahan Ajar

2.1.1 Pengertian Bahan Ajar

Bahan ajar merupakan salah satu komponen dasar dalam sistem pembelajaran. Keberadaan bahan ajar dalam pembelajaran dapat menentukan ketercapaian tujuan pembelajaran (Nurzaelani *et al.*, 2018). Menurut Zukhaira & Hasyim (2014) Bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang dapat digunakan untuk membantu guru dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar di kelas. Bahan yang dimaksud bisa berupa bahan tertulis maupun bahan tidak tertulis.

Bahan ajar merupakan seperangkat materi yang disusun secara sistematis sehingga tercipta lingkungan atau suasana yang memungkinkan untuk belajar. Menurut Depdiknas (2008), sebuah bahan ajar paling tidak mencakup antara lain:

- (1) Petunjuk belajar (petunjuk siswa/ guru)
- (2) Kompetensi yang akan dicapai
- (3) Konten atau isi materi pembelajaran
- (4) Informasi pendukung
- (5) Latihan-latihan
- (6) Petunjuk kerja, dapat berupa Lembar Kerja (LK)
- (7) Evaluasi
- (8) Respon atau balikan terhadap hasil evaluasi

Nwike dan Catherine (2013) melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan ajar terhadap prestasi belajar siswa, hasil penelitian yang didapatkan adalah siswa yang diajarkan menggunakan bahan ajar lebih baik daripada yang diajarkan tanpa bahan ajar. Hal ini menunjukkan bahwa siswa belajar dan melakukan lebih baik ketika mereka diajarkan dengan bahan ajar karena bahan ajar memberikan siswa kesempatan untuk melihat, merasakan, dan memahami bahan selama guru mengajar.

2.1.2 Tujuan dan Manfaat Bahan Ajar

Menurut Depdiknas (2008), Tujuan dan manfaat bahan ajar adalah sebagai berikut:

2.1.2.1 Tujuan Bahan Ajar

Bahan ajar disusun dengan tujuan:

- (1) Menyediakan bahan ajar yang sesuai dengan tuntutan kurikulum dengan mempertimbangkan kebutuhan siswa, yakni bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik dan *setting* atau lingkungan sosial siswa;
- (2) Membantu siswa dalam memperoleh alternatif bahan ajar di samping buku-buku teks yang terkadang sulit diperoleh;
- (3) Memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran

2.1.2.2 Manfaat Bahan Ajar

Ada sejumlah manfaat yang dapat diperoleh apabila seorang guru mengembangkan bahan ajar sendiri, yaitu:

- (1) Diperoleh bahan ajar yang sesuai tuntutan kurikulum dan sesuai dengan kebutuhan belajar siswa;
- (2) Tidak lagi bergantung pada buku teks yang terkadang sulit untuk diperoleh;
- (3) Bahan ajar menjadi lebih kaya, karena dikembangkan dengan menggunakan berbagai referensi;
- (4) Menambah khasanah pengetahuan dan pengalaman guru dalam menulis;
- (5) Bahan ajar akan mampu membangun komunikasi pembelajaran yang efektif antara guru dengan siswa karena siswa akan merasa lebih percaya kepada gurunya.

2.1.3 Jenis Bahan Ajar

Depdiknas (2008) membagi bahan ajar berdasarkan teknologi yang digunakan yang dapat dikelompokkan menjadi empat kategori, yaitu (1) bahan cetak (*printed*), (2) bahan ajar dengar (*audio*), (3) bahan ajar pandang dengar (*audio visual*), dan (4) bahan ajar multimedia interaktif (*interactive teaching material*).

Jenis bahan ajar cetak (*printed*) dapat ditampilkan dalam berbagai bentuk, antara lain *handout*, buku, modul, poster, brosur, dan leaflet.

2.1.3.1 Handout

Handout adalah bahan tertulis yang ditulis oleh seorang guru untuk memperkaya pengetahuan siswa. *Handout* biasanya diambil dari beberapa literatur yang memiliki relevansi dengan materi yang diajarkan atau KD dan materi pokok yang harus dikuasai oleh siswa.

2.1.3.2 Buku

Buku adalah bahan tertulis yang menyajikan ilmu pengetahuan buah pikiran dari pengarangnya. Isi buku didapat dari berbagai cara, misalnya: hasil penelitian, hasil pengamatan, aktualisasi pengalaman, otobiografi, atau hasil imajinasi seseorang yang disebut fiksi.

Buku yang baik adalah buku yang ditulis dengan menggunakan bahasa yang baik dan mudah dimengerti, disajikan secara menarik yang dilengkapi gambar dan keterangannya, serta isi buku yang menggambarkan sesuatu yang sesuai dengan ide penulisannya. Buku pelajaran berisi tentang ilmu pengetahuan yang dapat digunakan oleh siswa untuk belajar.

2.1.3.3 Modul

Modul adalah sebuah buku yang ditulis dengan tujuan agar siswa dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru. Pembelajaran dengan modul memungkinkan seorang siswa yang memiliki kecepatan tinggi dalam belajar akan lebih cepat menyelesaikan satu atau lebih KD dibandingkan siswa yang lain.

2.1.3.4 Lembar Kegiatan Siswa

Lembar Kegiatan Siswa atau *student worksheet* adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh siswa. Lembar kegiatan biasanya berupa petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan suatu tugas.

Keuntungan adanya lembar kegiatan siswa adalah memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran, sedangkan bagi siswa bisa belajar secara mandiri dan belajar memahami serta menjalankan suatu tugas tertulis.

2.1.3.5 Brosur

Brosur adalah bahan informasi tertulis mengenai suatu masalah yang disusun secara sistematis atau cetakan yang hanya terdiri atas beberapa halaman dan dapat dilipat tanpa dijilid atau sebaran cetakan yang berisi keterangan singkat tetapi lengkap

tentang perusahaan atau organisasi. (KBBI dalam Depdiknas, 2008). Agar lembaran brosur tidak terlalu banyak, maka brosur didesain hanya memuat satu KD saja. Ilustrasi dalam sebuah brosur akan menambah menarik minat siswa untuk menggunakannya.

2.1.3.6 Leaflet

Leaflet adalah bahan cetak tertulis berupa lembaran yang dilipat tapi tidak dimatikan/ dijahit. Agar terlihat menarik biasanya leaflet didesain secara cermat dilengkapi dengan ilustrasi dan menggunakan bahasa yang sederhana, singkat, serta mudah dipahami. Sebagai bahan ajar, leaflet juga harus memuat materi yang dapat menggiring siswa untuk menguasai satu atau lebih KD.

2.1.3.7 Wallchart

Wallchart adalah bahan ajar berupa bahan cetak yang biasanya berupa bagan siklus atau proses atau grafik yang bermakna menunjukkan posisi tertentu. Wallchart harus memiliki kejelasan tentang KD dan materi pokok yang harus dikuasai oleh siswa, diajarkan untuk berapa lama, dan bagaimana cara menggunakannya. Sebagai contoh wallchart tentang siklus hidup binatang antara ular, tikus, dan lingkungannya.

2.1.3.8 Foto/ Gambar

Foto/ gambar memiliki makna yang lebih baik dibandingkan dengan tulisan. Foto/ gambar yang didesain secara baik dapat memberikan pemahaman yang lebih baik.

Sebuah gambar yang bermakna paling tidak memiliki kriteria sebagai berikut:

- (1) Gambar harus mengandung sesuatu yang dapat dilihat dan penuh dengan informasi atau data. Sehingga gambar tidak hanya sekedar gambar yang tidak mengandung arti atau tidak ada yang dapat dipelajari;
- (2) Gambar bermakna dan dapat dimengerti
- (3) Lengkap, rasional untuk digunakan dalam proses pembelajaran, bahannya diambil dari sumber yang benar.

2.1.4 *Handout*

Handout termasuk media cetak yang meliputi bahan-bahan yang disediakan di atas kertas untuk pengajaran dan informasi belajar, biasanya diambil dari beberapa literatur yang memiliki relevansi dengan materi yang diajarkan atau kompetensi dasar dan materi pokok yang harus dikuasai oleh siswa (Achda, 2013).

Menurut Wardani (2017) *Handout* adalah selebaran tertulis tentang materi pelajaran yang didarkan kepada siswa secara cuma-cuma sebagai bahan penjelasan yang dapat berupa skema, diagram, rangkuman terbatas, maupun contoh-contoh perhitungan yang dapat memudahkan pemahaman siswa tentang konsep yang diberikan sehingga siswa dapat belajar lebih efisien.

Karakteristik yang harus dimiliki oleh *handout* adalah padat informasi dan dapat memberikan kerangka pemikiran yang lebih utuh. Sebagai media pengajaran penjelasan yang lebih rinci tentang isi *handout* masih harus diberikan oleh guru yang mengadakan pembelajaran. Peran *handout* bagi kegiatan pembelajaran dipaparkan dalam fungsi, tujuan serta kegunaan *handout*:

2.1.4.1. Fungsi *Handout*

- a) Membantu siswa agar tidak perlu mencatat,
- b) Sebagai pendamping penjelasan pendidik,
- c) Sebagai bahan rujukan siswa,
- d) Memotivasi siswa agar lebih giat belajar,
- e) Peningat pokok-pokok materi yang diajarkan,
- f) Memberi umpan balik, dan
- g) Menilai hasil belajar

2.1.4.2. Tujuan Pembuatan *Handout*

Pembuatan *handout* dalam fungsi pembelajaran memiliki tiga tujuan, yaitu untuk memperlancar dan memberikan bantuan informasi atau materi pembelajaran sebagai pegangan bagi siswa, memperkaya pengetahuan siswa serta untuk mendukung bahan ajar lainnya atau penjelasan dari pendidik.

2.1.4.3. Kegunaan *Handout*

Penyusunan *handout* dalam kegiatan pembelajaran memiliki beberapa manfaat, diantaranya memudahkan siswa saat mengikuti proses pembelajaran, serta

melengkapi kekurangan materi, baik materi yang diberikan dalam buku teks maupun materi yang diberikan secara lisan oleh pendidik.

2.2 Pendidikan STEM

2.2.1 Pengertian STEM

The National Science Foundation mengembangkan kata STEM sebagai akronim untuk sains, teknologi, teknik, dan matematika (Roberts, 2012). Torlakson (2014) menyatakan pendekatan dari keempat aspek ini merupakan pasangan yang serasi antara masalah yang terjadi di dunia nyata dan juga pembelajaran berbasis masalah, STEM mengajarkan dan melatih siswa untuk terlibat dalam berpikir kritis, penyelidikan, pemecahan masalah, kolaborasi, dan pemikiran desain.

Menurut penelitian Roberts (2012) pendidikan STEM adalah sebuah pendekatan terpadu untuk menanamkan teknik pemecahan masalah yang kreatif pada siswa dan pengembangan inovator masa depan. Pendidikan STEM juga meningkatkan pengalaman belajar siswa melalui penerapan prinsip-prinsip dan praktek umum.

Pendidikan STEM juga mendorong berbagai keterampilan generik dan kuantitatif serta cara berpikir yang memungkinkan individu untuk menangkap dan melihat peluang (Office of the Chief Scientist, 2014). Konsep pendidikan STEM dari empat komponen dari STEM menurut Firman (2015) dijelaskan sebagai berikut:

2.2.1.1 Sains

Sains merupakan kajian tentang fenomena alam yang melibatkan observasi dan pengukuran, sebagai wahana untuk menjelaskan secara obyektif alam yang selalu berubah. Terdapat beberapa domain utama dari sains pada jenjang pendidikan dasar dan menengah, yakni fisika, biologi, kimia, serta ilmu pengetahuan bumi dan antariksa.

2.2.1.2 Teknologi

Teknologi adalah tentang inovasi-inovasi manusia yang digunakan untuk memodifikasi alam agar memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia. Sepanjang sejarah, manusia telah menciptakan teknologi untuk memenuhi keinginan dan

kebutuhan mereka. Teknologi membuat manusia dapat melakukan perjalanan secara cepat, berkomunikasi langsung dengan orang di tempat berjauhan, mendapati makanan yang sehat, serta alat-alat keselamatan.

2.2.1.3 Teknik (*Engineering*)

Teknik adalah pengetahuan dan keterampilan untuk memperoleh dan mengaplikasikan pengetahuan ilmiah, ekonomi, sosial, serta praktis untuk mendesain dan mengkonstruksi mesin, peralatan, sistem, material, dan proses yang bermanfaat bagi manusia secara ekonomis dan ramah lingkungan

2.2.1.4 Matematika

Matematika adalah ilmu tentang pola-pola dan hubungan-hubungan, serta menyediakan Bahasa bagi teknologi, sains, dan teknik.

2.2.2 Tujuan Pendidikan STEM

Menurut Bybee (2010) karakter dalam pembelajaran STEM adalah kemampuan siswa mengenali sebuah konsep atau pengetahuan dalam sebuah kasus. Sebagaimana dalam pembelajaran fisika, maka STEM membantu siswa untuk menggunakan teknologi dan merangkai sebuah percobaan yang dapat membuktikan sebuah hukum atau konsep sains. Kesimpulan tersebut didukung oleh data yang telah dikelola secara sistematis.

Menurut Afriana (2016) pendekatan STEM dalam pembelajaran dapat menghasilkan pembelajaran yang bermakna bagi siswa melalui integrasi pengetahuan, konsep, keterampilan secara sistematis dan membuat siswa mampu memecahkan masalah menjadi lebih baik. Lestari (2018) menyatakan bahwa pembelajaran menggunakan STEM menjadikan siswa memperoleh pengetahuan secara lengkap, lebih terampil dalam menangani masalah kehidupan yang nyata dan mengembangkan pemikiran kritis siswa.

Tujuan dari pembelajaran STEM cocok untuk diterapkan pada pembelajaran sekolah menengah yang subjek dalam pembelajarannya membutuhkan pengetahuan yang kompleks. Sains dan Teknologi (PCAST) dalam Hannover (2011) mengidentifikasi empat tujuan utama dari Pendidikan STEM.

Dengan tujuan ini, pendidik dapat mengembangkan seperangkat praktek dimaksudkan untuk memenuhi tujuan-tujuan tertentu.

2.2.2.1 Memastikan warga berkemampuan STEM

Tujuan ini berupaya untuk menumbuhkan warga yang memiliki “pengetahuan, pemahaman konseptual, dan keterampilan berpikir kritis yang datang dari mempelajari mata pelajaran STEM.” Hal ini penting bahkan bagi mereka yang tidak pernah belajar STEM secara langsung.

2.2.2.2 Mengolah ahli STEM masa depan

Tujuan ini bermaksud untuk mendidik ahli STEM terbaik di dunia karena kontribusinya pada pertumbuhan ekonomi, kemajuan teknologi, untuk memahami tentang diri sendiri dan alam semesta, pengurangan kelaparan, penyakit, dan kemiskinan.

2.2.2.3 Membangun tenaga kerja STEM mahir

Tujuan ini berusaha untuk secara memadai menyiapkan jumlah pekerja untuk lowongan kerja dalam karir STEM yang diperkirakan akan meningkat di tahun-tahun mendatang. Selain itu, keterampilan terkait STEM semakin relevan dalam bidang yang tidak terkait langsung dengan mata pelajaran STEM.

2.2.2.4 Tutup prestasi dan partisipasi kesenjangan

Tujuan ini bertujuan untuk meningkatkan partisipasi minoritas dan minat perempuan dalam bidang STEM untuk memanfaatkan potensi penuh di negara.

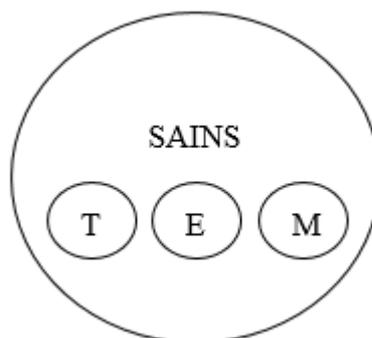
2.2.3 Pembelajaran Sains Berbasis STEM

Terdapat berbagai macam cara yang dapat digunakan dalam praktik untuk mengintegrasikan disiplin-disiplin STEM, serta pola dan derajat keterpaduannya bergantung pada banyak faktor (Roberts, 2012). Jika mata pelajaran sains, teknologi, *engineering*, dan matematika diajarkan sebagai empat mata pelajaran yang terpisah satu sama lain dan tidak terintegrasi (disebut sebagai silo), keadaan ini dapat digambarkan sebagai S-T-E-M daripada STEM (Dugger, n.d.). Cara kedua adalah dengan mengajarkan masing-masing disiplin STEM dengan lebih berfokus pada satu atau dua dari disiplin-disiplin STEM. Cara ketiga adalah mengintegrasikan satu disiplin STEM ke dalam tiga disiplin STEM, misalnya disiplin *engineering*

diintegrasikan ke dalam mata pelajaran sains, teknologi, dan matematika. Cara yang lebih komprehensif adalah menggabungkan keempat disiplin STEM sebagai mata pelajaran terintegrasi, misalnya konten teknologi, *engineering*, dan matematika diintegrasikan ke dalam sains.

Dalam konteks pendidikan dasar dan menengah umum di banyak negara, termasuk Indonesia, hanya mata-mata pelajaran sains dan matematika yang menjadi bagian dari kurikulum konvensional. Sementara, mata pelajaran teknologi dan *engineering* hanya bagian kecil atau bahkan tidak ada di dalam kurikulum. Oleh sebab itu, pendidikan STEM lebih tertumpu pada sains dan matematika. Menurut Murnawianto (2017) Penerapan karakteristik STEM pada kurikulum nasional akan lebih maksimal dan dapat memotivasi guru sehingga memberikan dampak positif bagi kegiatan dan hasil pembelajaran.

Pengintegrasian disiplin STEM yang lebih mendalam ke dalam bentuk mata pelajaran transdisiplin memerlukan restrukturisasi kurikulum secara menyeluruh sehingga relatif sulit dilaksanakan dalam konteks struktur kurikulum konvensional di Indonesia. Maka dari itu, salah satu pola integrasi yang mungkin dilaksanakan adalah menanamkan konten teknologi, *engineering*, dan matematika dalam pembelajaran sains berbasis STEM, sebagaimana diilustrasikan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pendidikan Sains Berbasis STEM

Sains dan matematika dipandang tepat untuk membawa pendidikan STEM, sebab kedua mata pelajaran ini merupakan mata pelajaran pokok dalam pendidikan dasar dan menengah, serta menjadi landasan bagi siswa untuk memasuki karir

dalam disiplin-disiplin STEM, yang dipandang fundamental bagi inovasi teknologi dan produktivitas ekonomi (Firman, 2015).

2.3 Berpikir Kritis

Berpikir didefinisikan sebagai proses memanipulasi informasi secara mental, seperti membentuk konsep-konsep abstrak, menyelesaikan masalah, mengambil keputusan, melakukan refleksi kritis atau menghasilkan gagasan kreatif (King, 2012).

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2008), kata kritis diartikan sebagai sebuah kata yang menggambarkan sifat tidak lekas percaya, selalu berusaha menemukan kesalahan dan tajam dalam penganalisisan. Berpikir kritis merupakan proses berpikir intelektual di mana pemikir dengan sengaja menilai kualitas pemikirannya, pemikir menggunakan pemikiran yang reflektif, independen, jernih, dan rasional (Ahmatika, n.d)

Dari uraian tersebut, Pangesti (2018) menarik kesimpulan bahwa berpikir kritis dapat didefinisikan sebagai keterampilan kognitif dan disposisi intelektual yang diperlukan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengevaluasi kebenaran dari suatu argumen, sehingga diperoleh kesimpulan yang dapat dipertanggungjawabkan.

Menurut Ennis (2011), berpikir kritis adalah berpikir yang beralasan dan reflektif yang berfokus dalam pengambilan keputusan yang dapat dipercaya atau dilakukan. Berpikir kritis adalah suatu proses dimana seseorang mencoba menjawab secara rasional pertanyaan-pertanyaan yang tidak dapat dijawab dengan mudah (Inch *et al.*, 2006). Pengembangan kemampuan berpikir, baik berpikir kritis maupun berpikir kreatif merupakan suatu hal yang penting untuk dilakukan dan perlu dilatihkan pada siswa mulai dari jenjang pendidikan dasar sampai jenjang pendidikan menengah (Istianah, 2013).

Merujuk penelitian Yulianti & Dwijananti (2010) suatu pendekatan atau model pembelajaran dapat meningkatkan tujuh indikator berpikir kritis, yaitu: (1) mengklasifikasi, (2) mengasumsi, (3) memprediksi, (4) menghipotesis, (5) menganalisis, (6) menyimpulkan, dan (7) mengevaluasi. Seseorang yang berpikir

kritis akan selalu peka terhadap informasi atau situasi yang sedang dihadapinya, dan cenderung bereaksi terhadap situasi atau informasi tersebut (Mahmuzah, 2015).

Indikator berpikir kritis yang akan digunakan pada penelitian ini adalah meliputi (1) menghipotesis, (2) menginterpretasi data, (3) menyimpulkan, (4) menganalisis, dan (5) mengevaluasi. Lima indikator tersebut dijelaskan sebagai berikut:

2.3.1 Menghipotesis

Menurut Pangesti (2018) kemampuan menghipotesis dikembangkan melalui kegiatan yang menstimulasi siswa membuat dugaan sementara terhadap penyebab suatu permasalahan. Menghipotesis adalah kegiatan membuat dugaan sementara dan dapat diuji coba untuk mengetahui kebenarannya berdasarkan alasan tertentu.

Kemampuan berpikir kritis juga dapat dikembangkan melalui kegiatan praktikum, praktikum mendorong siswa merumuskan hipotesis sebelum melakukan penyelidikan melalui percobaan sederhana. Penelitian Darus & Saat (2014) menyebutkan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kemampuan mengipotesis adalah pemahaman terhadap konsep dan hubungan antar variabel dalam suatu kegiatan praktikum.

2.3.2 Menginterpretasi data

Menginterpretasi data adalah kegiatan menjelaskan dan menafsirkan fakta, data, informasi, atau peristiwa dalam table, diagram, grafik, atau menerangkan sesuatu dengan grafik dan table. Hasil penelitian Dela Cruz (2015) mengungkapkan bahan ajar yang menyajikan prosedur praktikum dapat meningkatkan kemampuan menginterpretasi data secara signifikan. Disamping itu, faktor lain yang mempengaruhi kemampuan menginterpretasi data adalah pemahaman konsep siswa terhadap materi yang sedang dipelajari.

2.3.3 Menyimpulkan

Menyimpulkan adalah suatu keterampilan untuk menginterpretasi keadaan suatu objek atau peristiwa berdasarkan fakta. Menurut Bizar & Hyde sebagaimana dikutip oleh Aloqaili (2011) penarikan kesimpulan dipengaruhi oleh kemampuan siswa dalam mensintesis potongan-ptongan informasi dan menyatukannya ke dalam suatu gagasan yang bermakna.

2.3.4 Menganalisis

Menganalisis adalah kegiatan menguraikan suatu materi ke dalam unsur-unsurnya, kemudian menyusun dan mengorganisasikan kembali bagian satu dengan bagian yang lain.

2.3.5 Mengevaluasi

Mengevaluasi merupakan kegiatan untuk mengambil keputusan, menyatakan pendapat, memberi penilaian berdasarkan kriteria-kriteria tertentu baik kualitatif maupun kuantitatif. Menurut Pangesti (2018) kemampuan mengevaluasi dikembangkan melalui kegiatan diskusi.

2.4 Materi Impuls dan Momentum

2.4.1 Pengertian Momentum

Definisi momentum adalah hasil kali antara massa dengan kecepatannya. Momentum biasanya dinyatakan dengan symbol p . Jika m menyatakan massa dan v kecepatannya, maka momentum p dari benda tersebut adalah:

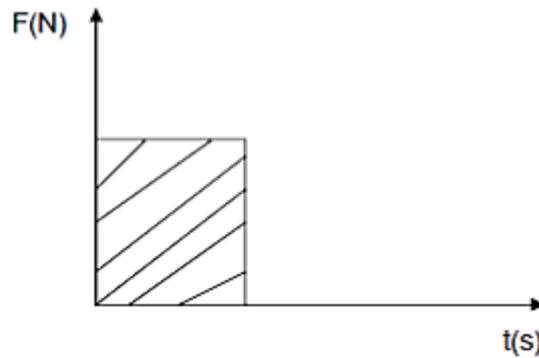
$$p = mv \quad (2.1)$$

2.4.2 Pengertian Impuls

Impuls didefinisikan sebagai hasil kali antara gaya dan lamanya gaya tersebut bekerja. Secara sistematis dapat ditulis:

$$I = F \cdot \Delta t \quad (2.2)$$

Besarnya bernilai konstan. Oleh karena itu dapat menggambarkan kurva yang menyatakan hubungan antara F dengan t . Bila pada benda bekerja gaya konstan F dari selang waktu t_1 ke t_2 maka kurva antara F dan t adalah:



Gambar 2.2 Kurva Hubungan F dengan t

Luas daerah pada kurva di atas menyatakan besarnya impuls. Luasan yang diarsir tersebut besarnya adalah $F_x (t_2 - t_1)$ atau I , yang sama dengan gaya. Impuls gaya merupakan besaran vektor, oleh karena itu harus diperhatikan arahnya.

2.4.3 Hubungan Impuls dan Momentum

Sebuah benda bermassa m mula-mula bergerak dengan kecepatan v_1 dan kemudian pada benda bekerja gaya sebesar F searah dengan kecepatan awal selama Δt , dengan kecepatan benda menjadi v_2

Untuk menjelaskan hubungan antara impuls dan momentum, digunakan Hukum 2 Newton

$$\begin{aligned}
 F &= ma \\
 F &= m \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} \\
 F \Delta t &= mv_2 - mv_1 \\
 I &= p_2 - p_1 \\
 I &= \Delta p
 \end{aligned}
 \tag{2.3}$$

Maka dapat diketahui bahwa impuls adalah perubahan momentum.

2.4.4 Hukum Kekekalan Momentum

Ketika ada dua partikel yang saing bertumbukan keduanya saling memberikan gaya (aksi-reaksi) sesuai Hukum 3 Newton. Tidak peduli berapapun massa dan kecepatan benda yang saing bertumbukan, momentum total sebelum tumbukan sama dengan momentum total setelah tumbukan. Hal tersebut berlaku apabila tidak ada gaya luar atau gaya eksternal total yang bekerja pada benda yang bertumbukan.

$$P_1 = P_2$$

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2 \quad (2.4)$$

Keterangan:

- m_1 : massa benda 1
 m_2 : massa benda 2
 v_1 : kecepatan benda 1 sebelum tumbukan
 v_2 : kecepatan benda 2 sebelum tumbukan
 v'_1 : kecepatan benda 1 setelah tumbukan
 v'_2 : kecepatan benda 2 setelah tumbukan

2.4.5 Tumbukan

Berdasarkan berlaku atau tidaknya hukum kekekalan energi kinetik, tumbukan dibagi atas tiga jenis yaitu:

1. Tumbukan lenting sempurna
2. Tumbukan lenting sebagian
3. Tumbukan tidak lenting sama sekali

Pada peristiwa Tumbukan lenting sempurna, energi kinetik sistem adalah tetap (berlaku hukum kekekalan energi kinetik). Pada peristiwa Tumbukan lenting sebagian energi kinetik sistem diubah menjadi energi bentuk lain, seperti panas, bunyi dan lainlain, sedangkan pada peristiwa Tumbukan Tidak Lenting Sama Sekali terjadi pengurangan energi kinetik sistem (tidak berlaku hukum kekekalan energi kinetik). Tumbukan Tidak Lenting Sama Sekali terjadi jika sesudah tumbukan, kedua benda saling menempel dan keduanya bergerak bersama dengan kecepatan yang sama.

2.5 Kerangka Berpikir

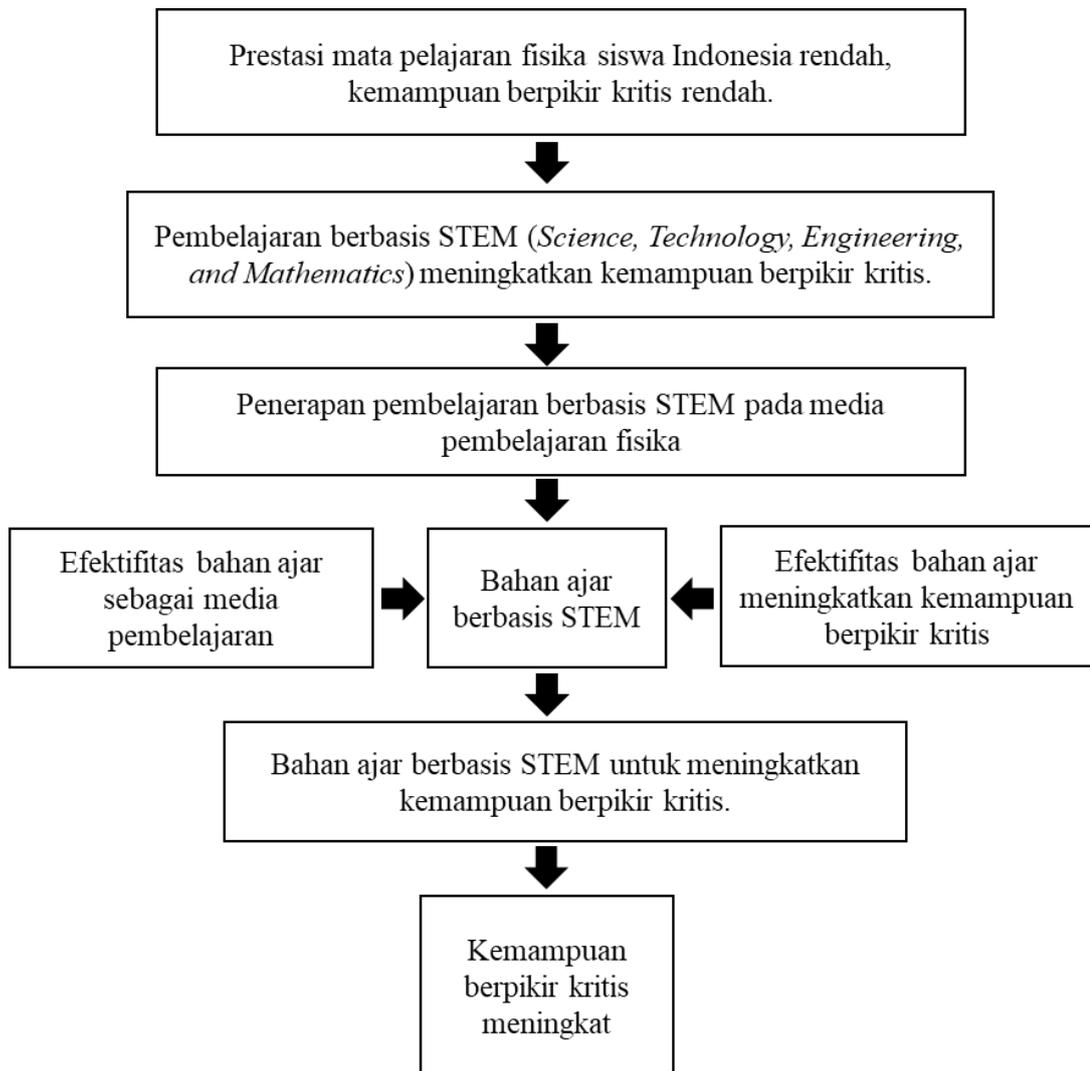
Secara umum siswa Indonesia lemah disemua aspek konten maupun kognitif. Pada Sekolah Menengah Atas kemampuan siswa dari tahun ke tahun semakin lemah, hal tersebut dapat dilihat dari rerata hasil ujian nasional terutama pada mata pelajaran matematika dan sains terutama fisika. Pada tahun 2018, rerata capaian hasil Ujian Nasional matematika dan fisika berturut-turut adalah 36,46 dan 43,67. Capaian tersebut sangat memprihatinkan dan menunjukkan bahwa generasi Indonesia

mengalami krisis pendidikan sains. Selain itu kemampuan *high order thinking skills* termasuk kemampuan berpikir kritis siswa masih tergolong rendah.

Kemampuan berpikir kritis penting dimiliki oleh siswa karena seorang pemikir kritis dapat mempelajari fisika dengan lebih baik. Kemampuan berpikir kritis dapat dikembangkan melalui pembelajaran berbasis STEM.

Bahan ajar merupakan salah satu alat atau media yang efektif untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Integrasi bahan ajar terhadap suatu model pembelajaran dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis.

Skema kerangka berpikir dalam penelitian ini disajikan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Kerangka Berpikir

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di SMA Negeri 1 Tuntang, didapatkan beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis uji kelayakan ditinjau dari aspek kelayakan isi, penyajian, dan Bahasa menunjukkan presentase sebesar 84,98% yang berarti bahan ajar termasuk dalam kriteria yang layak digunakan. Hasil analisis uji keterbacaan diperoleh presentase 72% yang berarti bahan ajar termasuk dalam kriteria mudah dipahami. Sehingga bahan ajar berbasis STEM yang dikembangkan layak digunakan oleh siswa SMA/MA kelas X.
2. Karakteristik bahan ajar berbasis STEM yang sesuai dengan siswa kelas X diantaranya adalah bahan ajar yang menggunakan tipografi penulisan secara konsisten, bahan ajar yang memenuhi standar kelayakan bahan ajar cetak, ragam penggunaan ilustrasi dan gambar yang disajikan dalam bahan ajar yang dapat membuat siswa lebih tertarik untuk belajar, serta integrasi aspek pendekatan STEM meliputi sains, teknologi, *engineering*, dan matematika yang padu.
3. Bahan ajar yang telah dikembangkan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Kemampuan berpikir kritis yang dikembangkan adalah menghipotesis, menginterpretasi data, menyimpulkan, menganalisis, dan mengevaluasi. Hal tersebut dapat dilihat pada hasil analisis uji *gain* yang diperoleh dari nilai *pretest-posttest*.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian-penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perlu menambah kegiatan praktikum atau proyek yang dapat memperkaya pengalaman siswa dalam menggali informasi yang ada pada tabel, grafik, dan gambar agar kemampuan berpikir kritis siswa khususnya pada indikator menyimpulkan, menganalisis, dan mengevaluasi lebih optimal.
2. Perlu adanya pengkajian lebih dalam mengenai materi fisika yang berkaitan dengan teknologi dan *engineering* untuk menambah pemahaman dan pengetahuan siswa.

REFERENSI

- Achda, M. D. (2013). Efektivitas Penggunaan Metode Pembelajaran Students Centered Learning (Scl) Berbasis *Handout* Pada Kompetensi Dasar Mendiskripsikan Permasalahan Lingkungan Hidup Dan Upaya Penanggulangannya dalam Pembangunan Berkelanjutan Terhadap Hasil Belajar IPS Siswa Kelas VIII SMP N 1 Ungaran (Skripsi), Universitas Negeri Semarang.
- Afriana, J., Permanansari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Ditinjau dari Gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*. 2(2): 202-212.
- Ahmatika, D. (n.d). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dengan Pendekatan Inquiry/Discovery. *Jurnal Euclid*. 3(1). 377-525.
- Akbar, S. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung : Remaja Rosdakarya.
- Aloqaili, A.S. (2011). The relationship between reading comprehension and critical thinking: A theoretical study. *Journal of King Saud University Languages and Translation*. 24(1): 35–41.
- Arifin, Z. (2014). *Penelitian Pendidikan: Metode dan Paradigma Baru*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. (2013). *Manajemen Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Bappenas. (2009). *Rencana Kerja Pemerintah 2009*. Jakarta: Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional.
- BSNP. (2016). *Kuliah Umum Pendidikan Sains Anies Baswedan: Mari Kita Tumbuhkan Tradisi Ilmiah*. Buletin BSNP. Vol 11: 10.
- BSNP. (2016). *Kuliah Umum Pendidikan Sains Professor Bruce Alberts: Generasi Masa Depan Perlu Memiliki Pola Pikir Ilmiah*. Buletin BSNP. Vol 11: 9.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*. 70(1): 30-35.
- Coleman, J. M., McTigue, E. M., & Smolkin, L. B. (2011). Elementary teacher's Use Of Graphical Representation in Science Teaching. *Journal of Science Teacher Education*. 22(7): 613-643.

- Dela Cruz, J. P. C. (2015). *Development of on Experimental Science Module to Improve Middle School Student's Integrated Science Process Skills*. Makalah disajikan dalam DLSU Research Congress, De La Salle, Manila, 2-4 Maret 2015.
- Depdiknas. (2003). *Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003. Tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta: Depdiknas.
- Depdiknas. (2008). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Depdiknas
- Dugger, Jr., W. E. (n.d.). *Evolution of STEM in the United States*.
- Fitriani, D., Karniawati, I & Suwarna, I. R. (2017). Pengaruh Pembelajaran dengan Pendekatan STEM pada Konsep Tekanan Hidrostatik terhadap *Causal Reasoning* Siswa SMP. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*.
- Ginting, R. U. (2012). Efektivitas Penggunaan Bahan Ajar dan Belajar Mandiri dalam Rangka Peningkatan Hasil Belajar Termodinamika Dasar. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Fakultas Teknik Unimed*. 14(1): 1-6.
- Hannover Research. (2011). *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. National Academies Press. NW, Suite 300, P 202.756.2971 F 866.808.6585]. Washington, DC: U.S.
- Harry, F. (2015). Pendidikan Sains Berbasis STEM: Konsep, Pengembangan, dan Peranan Riset Pascasarjana. *Makalah*. Dalam: Seminar Nasional Pendidikan IPA dan PKLH Program Pascasarjana di Universitas Pakuan Bogor, 22 Agustus 2015.
- Inch, E. S., Warnick, B., & Endres, D. (2006). *Critical Thinking and Communication Fifth Edition: The Use of Reason in Argument*. United States: Pearson Education.
- Istianah, E. (2013). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Kreatif Matematik Dengan Pendekatan Model Eliciting Activities (MEAS) Pada Siswa. *InfinityJurnal Ilmiah Program Studi Matematika STKIP Siliwangi Bandung*. 2(1): 43-54.

- Kanik, F. (2010). An assessment of teacher's conceptions of critical thinking and practices of critical thinking development at seventh grade level. *Disertasi doktor*, tidak diterbitkan, Middle East Technical University, Turki.
- Karakoç, M. (2016). The Significance of Critical Thinking Ability in terms of Education. *Internasional Journal of Humanities and Social Science*. 6(7): 81-84.
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging Students in STEM Education. *International Council of Association for Science Education*. 25(3): 246-258
- Kurniahtunnisa, Dewi, N. K., & Utami, N. R. (2016). Pengaruh Model Problem Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Materi Sistem Ekskresi. *Journal of Biology Education*. 5(3):310-318.
- Kusuma, E. D., Gunarhadi, G., & Riyadi, R. (2018). The Strategies to Improve Critical Thinking Skills Through Problem-Based Quantum Learning Model at Primary School. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*. 5(4): 123-127.
- Lestari, D. A. B., Astuti, B., Darsono, T. (2018). Implementasi LKS dengan Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*. 4(2): 202-207.
- Mahmuzah, R. (2015). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Smp Melalui Pendekatan Problem Posing. *Jurnal Peluang*. 4(1): 64-72.
- Murnawianto, S., Sarwanto., & Sentot, B. R. (2017). STEM-Based Learning in Junior High School: Potency for Training Student Thinking Skill. *Pancaran Pendidikan FKIP Universitas Jember*. 6(4): 69-80.
- Notoatmodjo, S. (2003). *Pendidikan dan Perilaku Kesehatan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Nurzaelani, M. M., Achyanadia, S., & Kasman, R. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Integrasi Nasional Berbasis *Mobile*. *Jurnal Teknologi Pendidikan*. 20(3): 264-279.

- Nwike, M. C., Catherine, O. (2013). Effects of Use of Instructional Materials on Studnets Cognitive Achievement in Agricultural Science. *Journal of Educational and Research*. 3(5): 103-107.
- Office of the Chief Scientist. (2014). *Science, Technology, Engineering and Mathematics: Australia's Future*. Australian Government: Canberra.
- Painpraset, N., & Jeerungsuwan, N. (2015). Factors Supporting the STEM Education Learning Management of Leader Teachers in the STEM Education Network of Thailand. *Proceedings of The Twelfth Internasional Conference on eLearning for Knowledge-Based Society*, Thailand: 11-12 Desember 2015.
- Pangesti, K. I., Yulianti, D., & Sugianto. (2017). Bahan Ajar Berbasis STEM untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA. *Unnes Physics Education Journal*. 6(3): 53-58.
- Pardjono & Wardaya. (2009). Peningkatan Kemampuan Analisis, Sintesis, dan Evaluasi melalui Pembelajaran Problem Solving. *Cakrawala Pendidikan*. 28(3): 257-269.
- Roberts, A. (2012). A Justification for STEM Education. *Technology and Engineering Teacher*. 74(8): 1-5.
- Sani, A.B. (2014). *Pembelajaran Sainifik untuk Implemetasi Kurikulum 2013*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sudijono, A. (2014). *Pengantar Statistika Pendidikan*. Jakarta: Raja Grafiika Persada.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung : Alfabeta.
- Torlakson, T. (2014). *INNOVATE: A Blueprint for Science, Technology, Engineering, and Mathematics in California Public Education*. California: State Suprintendent of Public Instruction.
- Wardani, Y. (2017). Penggunaan Media *Handout* untuk Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa pada Pokok Bahasan Lumut di SMAN I Kluet Timur. Skripsi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam-Banda Aceh.

- Widayoko, A., Latifah, E., & Yuliati, L. (2018). Peningkatan Kompetensi Literasi Saintifik Siswa SMA dengan Bahan Ajar Terintegrasi STEM pada Materi Impuls dan Momentum. *Jurnal Pendidikan*. 3(11): 1463-1467.
- Yuliati, L. (2013). Efektivitas Bahan Ajar IPA Terpadu terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 9(2013): 53-57.
- Zukhaira & Hasyim, M. Y. A. (2014). Penyusunan Bahan Ajar Pengayaan Berdasarkan Kurikulum 2013 dan Pendidikan Karakter Bahasa Arab Madrasah Ibtidaiyah. *Jurnal Rekayasa*. 12(1): 79-90